

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2001-296646
 (43) Date of publication of application : 26.10.2001

(51) Int.Cl. G03F 1/08
 G03F 7/20
 H01L 21/027

(21) Application number : 2000-115493 (71) Applicant : FUJITSU LTD
 TOSHIBA CORP

(22) Date of filing : 17.04.2000 (72) Inventor : KANEMITSU HIDEYUKI
 AZUMA TSUKASA
 MITSUYOSHI YASURO

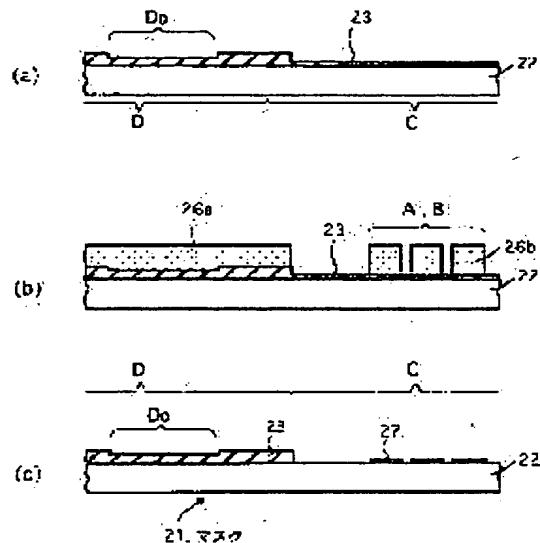
(54) PHOTOMASK, METHOD FOR PRODUCING THE SAME, EXPOSURE METHOD AND ALIGNER

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a photomask which reduces an error in a resist pattern due to flares in exposure.

SOLUTION: The photomask has an ordinary exposure region C with a 1st light-shielding film 23 patterned at different coverages in 1st and 2nd regions A and B on a transparent substrate 22, in such a shape as to constitute a semiconductor device and a flare compensating exposure region D formed from a 2nd light-shielding film 23b, having a plane shape corresponding to the higher coverage one of the 1st and 2nd regions A and B and having light transmittance lower than that of the 1st light-shielding film 23.

本発明の実施形態に係るフォトマスクの形式工程断面図(その2)



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-296646
(P2001-296646A)

(43)公開日 平成13年10月26日 (2001.10.26)

(51)Int.Cl.⁷
G 0 3 F 1/08
7/20
H 0 1 L 21/027

識別記号
5.21

F I
G 0 3 F 1/08
7/20
H 0 1 L 21/30

テマコード(参考)
A 2 H 0 9 5
5 2 1 5 F 0 4 6
5 0 2 P
5 1 4 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-115493(P2000-115493)

(22)出願日 平成12年4月17日 (2000.4.17)

(71)出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号
(71)出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(72)発明者 金光 英之
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(74)代理人 100091672
弁理士 岡本 啓三

最終頁に続く

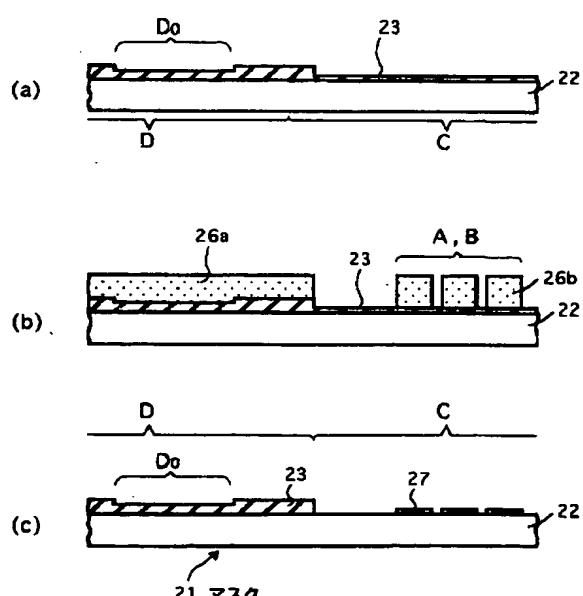
(54)【発明の名称】 フォトマスク、フォトマスクの製造方法、露光方法及び露光装置

(57)【要約】

【課題】 フォトマスクに関し、露光時のフレアが原因で発生するレジストパターンの誤差を従来よりも小さくすること。

【解決手段】 透明基板22上の第1領域Aと第2領域Bにそれぞれ被覆率を異ならせて且つ半導体装置を構成する形状にパターニングされた第一の遮光膜23を有する通常露光領域Cと、第1領域Aと第2領域Bのうち被覆率の大きな方に対応した平面形状を有し且つ第一の遮光膜23よりも光透過率の小さな第二の遮光膜26から形成されたフレア補正露光領域Dとを有するとを含む。

本発明の実施形態に係るフォトマスクの
形式工程断面図 (その2)



【特許請求の範囲】

【請求項1】透明基板上の第1領域と第2領域にそれぞれ被覆率を異ならせて且つ半導体装置を構成する形状にパターニングされた第一の遮光膜を有する通常露光領域と、

前記第1領域と前記第2領域のうち前記被覆率の大きな方に対応した平面形状を有し且つ前記第一の遮光膜よりも光透過率の小さな第二の遮光膜から形成されたフレア補正露光領域とを有することを特徴とするフォトマスク。

【請求項2】透明基板上にあって、半導体装置を構成するパターンが形成される通常露光領域と、フレアによる影響の差を小さくするためのフレア補正露光領域とにそれぞれ遮光膜を形成する工程と、

薬液処理、プラズマ照射、エッチング又は成膜のいずれかを行うことにより、前記通常露光領域にある前記遮光膜の光透過率を第1の値に変更する工程と、

薬液処理、プラズマ照射、エッチング又は成膜のいずれかを行うことにより、前記フレア補正露光領域にある前記遮光膜の光透過率を、前記第1の値よりも小さい第2の値に変更する工程と、

前記通常露光領域にある前記第1の値の前記光透過率を有する前記遮光膜をパターニングする工程とを有することを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項3】透明基板上の第1領域と第2領域にそれぞれ被覆率を異ならせて且つ半導体装置を構成する形状にパターニングされた第一の遮光膜を有する通常露光領域と、前記第1領域と前記第2領域のうち前記被覆率の大きな方に対応した平面形状を有し且つ前記第一の遮光膜よりも光透過率の小さな第二の遮光膜から形成されたフレア補正露光領域とを有するフォトマスクを用い、前記通常露光領域を透過した第1の光を半導体ウェハ上のフォトレジストの所定領域に照射する工程と、

前記第1領域と前記第2領域のうち前記被覆率の大きな方を透過して照射された部分の前記フォトレジストに向けて、前記フレア補正露光領域を透過した第2の光を照射する工程とを有することを特徴とする露光方法。

【請求項4】前記フレア補正露光領域を透過した前記第2の光は、前記所定領域内の複数の領域に多重に照射されるか、又は、前記所定領域内の同一領域に重ねて照射されることを特徴とする請求項3に記載の露光方法。

【請求項5】透明基板上の第1領域と第2領域にそれぞれ被覆率を異ならせて且つ半導体装置を構成する形状にパターニングされた第一の遮光膜を有する通常露光領域と、前記第1領域と前記第2領域のうち前記被覆率の大きな方に対応した平面形状を有し且つ前記第一の遮光膜よりも光透過率の小さな第二の遮光膜から形成されたフレア補正露光領域とを有するフォトマスクを配置する領域と、

前記フォトマスクのうちの前記通常露光領域と前記フレ

ア補正露光領域の一方を遮光するブラインドと、前記フォトマスクに向けて光を照射する光源と、前記光源から照射された前記光が照射される半導体ウェハを載置するステージと、前記ステージと前記フォトマスクの相対関係を調整する調整機構とを有することを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フォトマスク、フォトマスクの製造方法、露光方法及び露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置の製造工程においては、絶縁体、半導体、金属などの膜をパターニングするためにフォトリソグラフィー法が用いられている。フォトリソグラフィー法は、膜の上にレジストを塗布し、これを露光、現像してレジストパターンを形成した後に、レジストパターンをマスクに使用して膜をエッチングするといった工程を経て行われる。

【0003】レジストの露光方法では、半導体装置を構成する複数の膜毎に最適な露光方式が採用され、フォト(露光)マスクを使用してセルとその周辺領域を一括露光することが一般に行われている。セルと周辺領域との間の寸法差やパターン形状劣化の問題に関しては、光学的近接効果補正(optical proximity correction)という補正方式を用いてパターンの補正が行われている。

【0004】図1(a)に示すようなガラス基板1上に形成したライン&スペースのパターンについては、光学的近接効果によって線幅ギャップ目標値とパターンピッチの関係は例えば図1(b)に示すようになり、光学的近接効果の補正值はピッチの大きさによって異なる。図1(b)に示す例では、 $1/2$ ピッチが $2\mu m$ の場合には光学的近接効果補正量は0であるが、 $0.5\mu m$ の場合には光学的近接効果補正量はxであり、その補正量xを図1(a)の遮光パターン2に加えることになる。

【0005】しかし、光学的近接効果補正是パターンピッチ毎に計算を行わなければならず、露光マスク全体の遮光パターンについて補正量を計算して光学的近接効果補正を行うことは時間がかかるので、目標パターン領域の周辺部分の数十 μm 程度しか補正の対象としていない。一括露光については、近接効果によるレジストパターン精度の低下に加えて、フレアによるレジストパターン形状の劣化も存在する。フレアは、露光装置内のレンズの微細な凹凸や半導体ウェハ表面で反射した散乱光が原因であり、素子パターン形成に重要な役割をもたらす露光光のコントラストを劣化させ、半導体ウェハ上の微細パターンの露光マージンを低下させたり微細パターンの形状劣化をもたらす。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、半導体ウェハ

全面に影響を及ぼすフレアの影響については十分な補正ができていなかった。従って、従来の露光方式とフォトマスクにおいては、遮光（位相調整）膜の被覆率が半導体ウェハの面内で異なる場合に、同一寸法のパターンを露光しても、投影露光装置が有するフレアの悪影響により目標パターン周辺部分の疎密により、同一の寸法を得ることが非常に困難であった。

【0007】また、フォトマスクのマスクパターンの発生方法としては、設計パターンを拡大した設計図面を作製し、その設計図面からマスクパターン発生装置に設計パターンを入力し、その設計パターンと同一形状のマスクパターンのみを発生する手段しか有さず、また、マスクパターン発生装置に関しても同様に、設計パターンと同一形状のマスクパターンのみを発生する手段を有するのみで、フレアの影響を考慮することは殆どなかった。

【0008】本発明の目的は、露光時のフレアが原因で発生するレジストパターンの誤差を従来よりも小さくすることができるフォトマスク、フォトマスクの製造方法、露光方法及び露光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、透明基板上の第1領域と第2領域にそれぞれ被覆率を異ならせて且つ半導体装置を構成する形状にパターニングされた第一の遮光膜を有する通常露光領域と、第1領域と第2領域のうち被覆率の大きな方に対応した平面形状を有し且つ第一の遮光膜よりも光透過率の小さな第二の遮光膜から形成されたフレア補正露光領域とを有するフォトマスクによって解決される。

【0010】または、透明基板上にあって、半導体装置を構成するパターンが形成される通常露光領域と、フレアによる影響の差を小さくするためのフレア補正露光領域とにそれぞれ遮光膜を形成する工程と、薬液処理、プラズマ照射、エッチング又は成膜のいずれかを行うことにより、通常露光領域にある遮光膜の光透過率を第1の値に変更する工程と、薬液処理、プラズマ照射、エッチング又は成膜のいずれかを行うことにより、フレア補正露光領域にある遮光膜の光透過率を、第1の値よりも小さい第2の値に変更する工程と、通常露光領域にある第1の値の光透過率を有する遮光膜をパターニングする工程とを有するフォトマスクの製造方法によって解決される。

【0011】または、上記したフォトマスクを用い、通常露光領域を透過した第1の光を半導体ウェハ上のフォトレジストの所定領域に照射する工程と、第1領域と第2領域のうち被覆率の大きな方を透過して照射された部分のフォトレジストに向けて、フレア補正露光領域を透過した第2の光を照射する工程とを有する露光方法によって解決される。この場合、フレア補正露光領域を透過した第2の光は、所定領域内の複数の領域に多重に照射されるか、又は、所定領域内の同一領域に重ねて照射さ

れるようにしてもよい。

【0012】または、上記したフォトマスクを配置する領域と、フォトマスクのうちの通常露光領域とフレア補正露光領域の一方を遮光するブラインドと、フォトマスクに向けて光を照射する光源と、光源から照射された光が照射される半導体ウェハを載置するステージと、ステージとフォトマスクの相対関係を調整する調整機構とを有する露光装置によって解決される。

【0013】次に、本発明の作用について説明する。本発明によれば、フォトマスク露光に使用する設計データ、露光データからフォトマスク面内での遮光パターンの疎密の差をある程度の領域毎に調査後に、CD寸法（クリティカルディメンション：一般には最小寸法）精度を考慮に入れながらパターン毎のフレアの影響をどの程度の多段階露光で補正が可能か、どの透過率増加量で処理するのが適当かを計算する。

【0014】そして、その計算結果を基に、遮光膜の光透過率が互いに異なる通常露光領域とフレア補正露光領域を一枚の透明基板上に形成し、通常露光領域を用いて半導体ウェハ上のレジストを一次露光する前か後に、フレアの影響を補正するためにフレア補正露光領域を用いて二次（多重）露光するようにしている。補正露光はパターン密度が疎の部分に行う。

【0015】これにより、フレアの影響の差を小さくして精度の良いパターン形成が可能になる。なお、遮光膜透過率の調整が多段階で非強運は場合には、異なる透過率領域を一カ所だけでも形成されておき、露光量を変えてフォトマスク通過後のフレア補正露光量の調整をすることも可能である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。まず、本発明の実施形態を説明する前に、従来の露光マスクを図2、図3の平面図に基づいて説明する。図2に示す露光マスク11は、例えばアニュエイティド型位相シフトマスク（以下、ASPMという。）であり、図3に示すような遮光膜（光減衰膜）からなる遮光パターン12がガラス基板13の上に形成されている。

【0017】その遮光膜のパターン12は、ガラス基板13の第1領域Aでは例えば80%の被覆率を有し、第2領域Bでは例えば20%の被覆率を有している。その被覆率は、各領域A、Bにおいてモリブデンシリコン（MoSi）、クロム（Cr）のような遮光膜が占める面積の割合である。例えば、図3に示すような幅130nm×長さ710nmのデバイス評価用の遮光パターン12がガラス基板13上に複数形成されている場合に、1つの領域内における遮光パターン12の合計の面積をその領域の面積で割った百分率で被覆率が示される。

【0018】ここで、従来のASPMでは第1領域Aと第2領域Bでは半導体装置を構成するパターンのみがそ

それぞれ同じ光透過率の遮光膜、例えばMoSi膜のみから遮光パターン1 2が形成されている。そして、第1領域Aの遮光パターン密度を高くし、第2領域Bの遮光パターン密度を低くして、そのASPMを用いてフォトレジストを露光すると、そのASPMを透過した光の強度は、第1領域Aでは図4(a)に示すようになってフレアの影響が小さく、また、第2領域Bでは図4(b)に示すようになってフレアの影響が大きくなる。

【0019】例えば、MoSi膜の光透過率を10.0%に面内均一とし、開口率NAが0.68のKrF波長248μm)スキャナーを使用して半導体ウェハ上のレジストを露光し、ついで現像したところ、同じ設計幅のパターンについて、フレアの影響が小さな第1領域Aとフレアの影響が大きな第2領域Bとではレジストパターン形状に領域間の差が観て取れた。即ち、フレアの影響が小さな第1領域Aではレジストの露光が不足傾向になって、現像後の半導体ウェハ14上のレジストパターン15aの断面形状は図5(a)のようになる一方、フレアの影響が大きな第2領域Bではレジストの露光がオーバー傾向になって現像後のレジストパターン5bの断面形状は図5(b)のようになつた。

【0020】そのようなレジストパターンの形状劣化の問題を解決する方法として、従来技術の欄で説明したような光学的近接効果補正のような手法もあるが、これは、数μmの範囲の近接領域にあるレジストパターン形状の補正方法あり、フレアのようなグローバルな領域での補正に適用することは厳しい。そこで、本願発明者は、グローバル領域でのフレアによるレジストパターンの寸法バラツキを防止するために、以下のような方法を採用する。

【0021】まず、半導体ウェハ上に形成しようとする微細パターンの配置部分に対応する領域でのレチクルの光遮蔽率が高いか低いかによって、露光後のレジストパターン形状は大きく変化することが本発明者によって見出された。即ち、最適な露光量と考えられる光をASPMに照射してレジストを露光すると、遮光膜被覆率の低い領域では光のドーズが最適量よりも過剰になる一方で、遮光膜被覆率の高い領域では光の最適ドーズが最適量よりも不足する傾向にある。

【0022】この理由としては、図4(a), (b)に示したように、遮光膜被覆率の低い領域ではフレアの影響により光ドーズ量が遮光膜被覆率の高い領域よりも僅かながら高くなっている。これにより、露光ドーズ量を遮光膜被覆率の低い部分に合わせてしまうと、図5(a), (b)に示したように、遮光膜被覆率の高い領域では露光ドーズ量が低めになり、最悪の場合にはパターンが形成できない場合もある。特に、130nm世代の半導体装置になると露光マージン自体が少ないためにフレアの影響はデバイス開発にあたっては、致命的な問題となってしまう。

【0023】レジストパターン形状に与えるフレアの影響の程度は、クリティカルディメンジョンに換算した場合に、パターン、露光条件により多少異なるが、上記したような光透過率のASPMについて、最適ドーズ量の約1~4%である。そして、本願発明者の実験によれば、遮光膜被覆率とクリティカルディメンジョンの関係は図6に示すように一定の比例関係があることが実験によりわかつた。なお、図6は、遮光膜としてクロム膜を採用した場合の特性を示し、AA線とPA線はそれぞれ図3に示した試験用の遮光パターン1 2の大きさが異なる場合の特性の違いを示している。

【0024】なお、フレアの発生具合は、スパッタのメカニズムにより異なる。以上の結果に基づいて、本願発明者は、ハーフトーン位相シフトマスク(レチクル)上の被覆率からフレアの影響度合いを調査し、異なるパターン密度領域毎にハーフトーン位相シフトマスクの光照射量を調整する手法を開発し、パターン間のクリティカルディメンジョン差や形状不良を大幅に改善することに成功した。

【0025】ハーフトーン位相シフトマスクを使用して露光する際のフレアによるパターンのバラツキを調整する方法を例にあげて説明する。まず、ASPMであるハーフトーン位相シフトマスク21において遮光膜の被覆率を計算するために、設計データに基づいて、図7に示すように、第1領域Aと第2領域Bの中心から所定の半径内の遮光膜、例えば、パターンを構成するクロム膜の被覆率を測定する。例えば、第1領域Aの遮光膜被覆率を80%とし、第2領域Bの遮光膜被覆率を20%とする。

【0026】あるいは、図8に示すように、ハーフトーン位相シフトマスクのクロム膜の被覆率を1mm×1mmの矩形ユニットU毎に設計データから算出して、第1領域A及び第2領域Bを含む半導体装置用パターンの全体についてその算出結果を一旦結合し、遮光膜被覆率の分布を多段階的に求める。そして、最もクリティカルディメンジョン(CD)制御が必要な部分、又は、遮光膜の被覆率の差が最も大きい部分のフレアを緩和するのに必要な透過率補正量を図6に示す特性に基づいて算出す。

【0027】例えば、遮光膜被覆率が80%の第1領域Aと遮光膜被覆率が20%の第2領域Bのフレアによるクリティカルディメンジョン値の差が図6のような場合に、図9に示すように、所定の露光条件下での遮光膜光透過率と遮光膜被覆率の関係を求める。そして、図9に示すように、第2領域Bで最適なCDの値を得るための最適な光透過率を例えば10%とし、また、第1領域Aで最適なCDの値を得るための最適な光透過率を例えば12%とする。

【0028】ここで、第1領域Aの中央部と周辺部とでは遮光膜被覆率が異なることがあるので、最も被覆率の

高い中央部のCDを許容範囲内となるように制御するため、ポジ型レジストの露光の際に、その中央部の光透過率を例えば1%高くすることによって見かけ上のレジスト膜へのフレアの影響を大きくする。これにより、遮光膜被覆率の大きさの領域間の相違によるレジストへのフレアの影響の違いを小さくして半導体ウェハ上のレジストパターンのCDの誤差を小さくすることが可能になる。なお、そのようなレジストパターンのCDが許容範囲にあるか否かは上記したような遮光膜被覆率の計算によって決まる。

【0029】次に、レジストパターンのCDの制御について具体的に説明する。まず、上記したようにハーフトーン位相シフトマスクでの遮光膜被覆率の分布の計算結果から、フレアによる影響の小さい領域を特定する。例えば、被覆率計算ユニットにより、図8の第1領域Aの中央領域A₀でのフレアの影響が小さい場合には、その領域A₀を補正領域に特定する。

【0030】そして、図10に示すように、ハーフトーン型位相シフトマスク（レチクル）21を構成するガラス基板（透明基板）22に、半導体装置を構成するパターンを有する通常露光領域Cとフレア補正のための露光補正領域Dとを画定する。その通常露光領域Cは、図2で示した従来のマスクと同様に第1領域Aと第2領域Bを有し、それらの領域A、B内での各遮光パターンの露光光透過率は例えば10%と均一である。また、露光補正領域Dの中央には、第1領域Aの中央領域A₀に対応する大きさであって露光光透過率が例えば1%の遮光膜からなるフレア補正露光領域D₀が形成されている。

【0031】そのような位相シフトマスク21は次のような工程により形成される。まず、図11(a)に示すように、ガラス基板22の上の全体に、例えば露光光透過率0.1%のMoSi膜23を形成する。続いて、フレア補正露光領域D₀と通常露光領域Cを除く部分を選択的に第1のレジストパターン24で覆った状態で、図11(b)に示すように、通常露光領域C全体とフレア補正領域D₀のMoSi膜23にTMAH（テトラメチルアンモニウムハイドライド）などのアルカリ溶液処理、又はドライエッティング処理を行ってそれらの領域にあるMoSi膜23の露光光透過率を1%まで上げる。

【0032】さらに、第1のレジストパターン24を除去した後に、図11(c)に示すように、露光補正領域DにあるMoSi膜23を第2のレジストパターン25によって選択的に覆う。そして、図11(d)に示すように、第2のレジストパターン25から露出している通常露光領域CにあるMoSi膜23の露光光透過率をTMAHなどのアルカリ溶液処理、又はドライエッティング処理により、その領域CにあるMoSi膜の露光光透過率を例えば10%と高くる。

【0033】露光光透過率を大きく変化させるには薬品処理が効果的であるが、微妙に透過率を高く調整するた

めには、酸素と窒素の混合ガス雰囲気でのプラズマ処理の方が有効である。また、露光光透過率の調整をスパッタリングやCVD膜成長によって制御してもよいが、ゴミなどの問題を無くす手間など、実用化を考えると、上記したような薬液処理、ドライエッティング処理又はプラズマ処理の方が好ましい。

【0034】なお、第1のレジストパターン24と第2のレジストパターン25は、それぞれMoSi膜23の上にフォトレジストの形成、露光、現像を経て形成される。続いて、図12(a)に示すように、第2のレジストパターン25を除去した後に、図12(b)に示すように、別のフォトレジストをMoSi膜23の上に塗布し、これを露光、現像して露光補正領域Dの全体を覆う第3のレジストパターン26aを形成するとともに、通常露光領域Cには半導体装置を構成する形状の第4のレジストパターン26bを形成する。

【0035】さらに、図12(c)に示すように、通常露光領域Cで第4のレジストパターン26bに覆われない部分のMoSi膜23をエッティングすることにより通常露光領域CのMoSiパターンを形成する。この場合、第3のレジストパターン26aに覆われたフレア補正露光領域D₀でMoSi膜23の露光光透過率は1%であり、第4のレジストパターン26bの下に残ったMoSiパターン27の露光光透過率は10%である。

【0036】この後に、第3及び第4のレジストパターン26a、26bを除去することにより、位相シフトマスク21上でのMoSi（遮光膜）23の加工が終了する。次に、上記した位相シフトマスク21を使用して半導体ウェハ14上に塗布されたフォトレジスト15を露光し、さらに現像することについて説明する。位相シフトマスク21は、図13に示すような露光系を有する露光装置に装着される。図13に示す露光装置は、光源31、コンデンサレンズ32、ブラインド（マスクキングブレード）33、投影レンズ34、ステージ35が光の進行方向に向かって順に配置されている。

【0037】ブラインド33は、ブラインド33の下に配置される位相シフトマスク21の面に平行に移動可能に配置されており、露光時には位相シフトマスク21の通常露光領域Cか露光補正領域Dのいずれかを選択的に覆うこととする。そして、ブラインドによって図10に示すような領域を有する位相シフトマスク21を露光装置のブラインド33と投影レンズ34の間に装着し、フォトレジスト15が塗布された半導体ウェハ14をステージ35の上に取り付ける。また、光源31として例えばKrFエキシマレーザを使用する。

【0038】フォトレジスト14を露光する際には、最初に位相シフトマスク21の露光補正領域Dをブラインド33で遮光した状態で、通常露光領域Cに形成されたパターンをフォトレジスト15に露光する。この露光は、遮光膜被覆率の低い第2領域Bでのフレアの影響を

考慮してその領域BでのCDが正常になるように露光ドーズ量を合わせる。

【0039】これにより、図14(a)に示すように、フォトレジスト14のうち第1領域Aのパターンが転写された箇所A₁では露光不足の傾向となる。そこで、ステージ35を移動するとともに、ブラインド33を移動して通常露光領域Cを遮光した状態にし、ついで、図14(b)に示すように、フォトレジスト14のうち第1領域Aの中央領域A₀に対応する箇所A₂に向けて位相シフトマスク21のフレア補正露光領域D₀を透過した光を照射する。これにより、補正露光が行われた箇所A₂では、位相シフトマスク21の第1領域Aの中央の部分の露光光透過率を1%だけ大きくしたに等しくなる。その箇所A₂での補正露光ドーズ量を大きくした場合には、位相シフトマスク21のフレア補正露光領域D₀での遮光膜の光透過量を例えば2%にしたり、あるいは、補正露光の際の露光光量を大きくすればよい。

【0040】この後に、フォトレジスト14を現像すると、図10の第1領域Aのパターンが転写される領域では図15(a)のようなレジスト形状となり、第2領域Bのパターンが転写される領域では図15(b)のようなレジスト形状となる。なお、上記した露光方法では、通常露光領域Cをフォトレジスト14に露光した後に、露光補正領域Dをフォトレジスト14に露光したが、それらを逆の順で露光してもよいし、あるいはそれらの複数回の露光条件を異ならせてよい。

【0041】ところで、フレア補正露光を多段階で補正したい場合にはフレア補正露光領域D₀を例えば図8に示した1つのユニットUの大きさに設定し、露光量を変化させたり複数回重ね露光することにより複数段階でのフレア補正露光量の調整をすることも可能である。なお、遮光膜被覆率の計算や、露光補正領域の遮光膜の透過率は、ガラス基板上で細かく制御した方がフレアによる露光量のバラツキの対策にはより有効であるが、実プロセスに採用するには透過率補正プロセス処理は、1,2回が限度である。

【0042】以上のように、投影露光装置に用いるフォトマスクのマスクパターン発生装置において、マスクパターンの発生と同時に、又はその前か後に個々の投影露光装置により異なるフレアの発生し易さに応じて遮光部分の透過率を発生するような方法又は装置を採用したので、遮光膜被覆率の疎密にかかわらずにフレアの影響を所望範囲内におさめることができ、遮光膜被覆率の疎密による形状劣化の問題は改善された。

【0043】また、投影露光装置に用いるフォトマスクのマスクパターンの発生方法では、投影露光装置が有している収差の影響とフレアとの影響を合わせ込み、マスク内の最適透過率を計算するようにしてもよい。さらに、レチカル上のターゲットパターンに着目して、その着目したパターンが含まれる領域のみを選択して被覆率

を計算する機能を設計装置内に組み込んでもよい。

【0044】なお、上記したフォトマスクは、APS Mに限られるものではない。また、上記した投影露光装置に用いるフォトマスクのマスクパターンの発生方法において、マスクパターンの発生と同時に、若しくは前後して、個々の投影露光装置により異なるフレアの発生し易さに応じて遮光部分の透過率を発生する方法と有するようとしてもよい。さらに、そのフレアの影響度合いに応じて、異なる透過率領域を使い、多重露光を実施するようにもよい。

【0045】さらに、フレアの影響を補正する露光は、パターン密度が疎の部分の積算露光量がパターン密度が密な部分に合うように露光してもよい。これに対応して、フレアを補正するための積算露光量調整用のパターンは少なくとも1カ所形成されれば足りる。

【0046】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、一定の領域毎に露光補正を行ってフレアによる影響を許容範囲内になるようにしたので、フレアの悪影響による疎密パターン間のCD差やパターン形状を大幅に改善でき、しかも、露光マージンの大幅な改善が可能になるために、130nmレベルでの半導体装置開発に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光学的近接効果の補正を説明するためのパターンの平面図と、光学的近接効果補正量とパターンピッチとの関係を示す図である。

【図2】従来のフォトマスクの平面図である。

【図3】フォトマスクに形成されるパターンの一例を示す平面図である。

【図4】従来の位相シフトマスクによる露光光強度分布を示す図である。

【図5】従来の位相シフトマスクを用いて形成されるレジストパターンの断面図である。

【図6】本発明の実施形態に係る位相シフトマスクの遮光膜被覆率とCDの関係を示す図である。

【図7】本発明の実施形態に係る位相シフトマスクの面内遮光膜被覆率分布の比較の第1例を示す平面図である。

【図8】本発明の実施形態に係る位相シフトマスクの面内遮光膜被覆率分布の比較の第2例を示す平面図である。

【図9】フレアの影響を考慮した遮光膜被覆率と遮光膜最適透過率の関係を示す図である。

【図10】本発明の実施形態に係るフォトマスクを示す平面図である。

【図11】本発明の実施形態に係るフォトマスクの形成工程断面図（その1）である。

【図12】本発明の実施形態に係るフォトマスクの形成工程断面図（その2）である。

【図13】本発明の実施形態に係る露光装置の光学的の構成図である。

【図14】本発明の実施形態の露光状態を示す平面図である。

【図15】本発明の実施形態のフォトマスクを用いて形成されるレジストパターン断面図である。

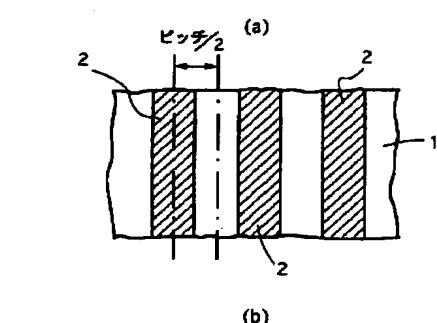
【符号の説明】

1 1…露光マスク、2 1…遮光パターン、1 3…ガラス基板、1 4…半導体ウェハ、1 5…フォトレジスト、1

5 a, 1 5 b…レジストパターン、2 1…ハーフトーン位相シフトマスク、2 2…ガラス基板、2 3…MoSi膜、2 4…第1のレジストパターン、2 5…第2のレジストパターン、2 6 a…第3のレジストパターン、2 6 b…第4のレジストパターン、3 1…光源、3 2…コンデンサレンズ、3 3…ブラインド（マスクキングブレード）、3 4…投影レンズ、3 5…ステージ、A…第1領域、B…第2領域、C…通常露光領域、D…露光補正領域、D₀…中央領域。

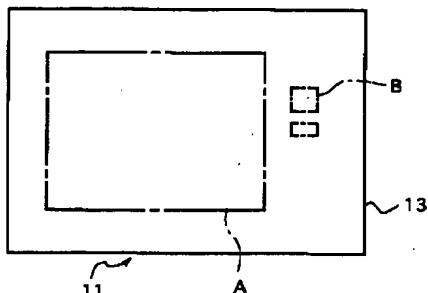
【図1】

従来の光学的近接効果の補正を説明するためのパターンの平面図と、光学的近接効果補正量とパターンピッチとの関係を示す図



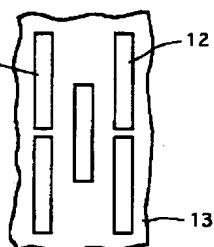
【図2】

従来のフォトマスクの平面図

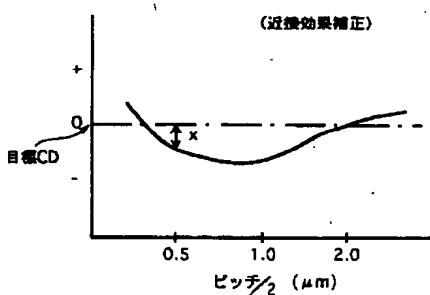


【図3】

フォトマスクに形成されるパターンの一例を示す平面図

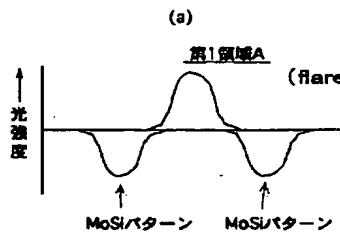


(近接効果補正)



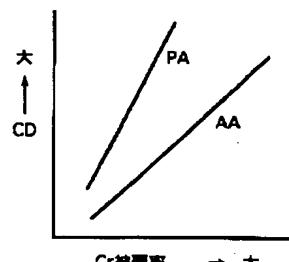
【図4】

従来の位相シフトマスクによる露光光強度分布を示す図



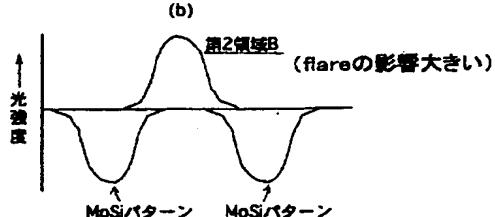
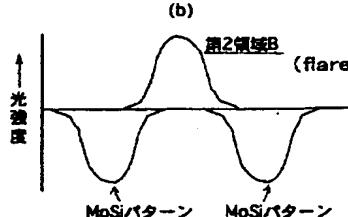
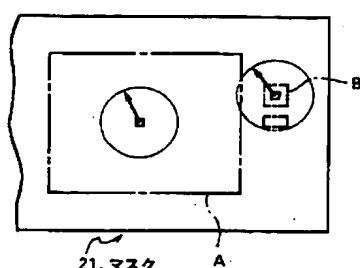
【図6】

本発明の実施形態に係る位相シフトマスクの露光膜被覆率とCDの関係を示す図



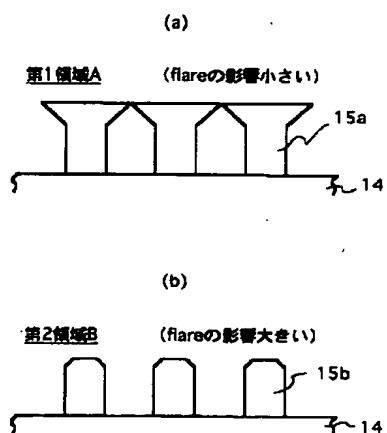
【図7】

本発明の実施形態に係る位相シフトマスクの露光膜被覆率分布の比較の第1例を示す平面図



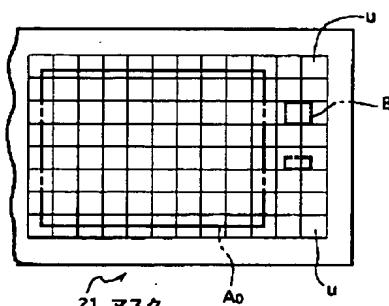
【図 5】

従来の位相シフトマスクを用いて形成されるレジストパターンの断面図



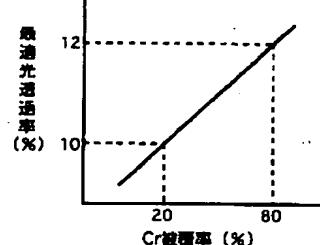
【図 8】

本発明の実施形態に係る位相シフトマスクの面内露光膜被覆率分布の比較の第2例を示す平面図



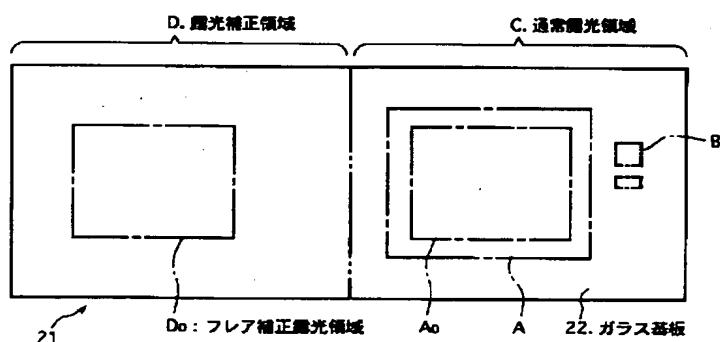
【図 9】

フレアの影響を考慮した露光膜被覆率と露光膜露光透過率の関係を示す図



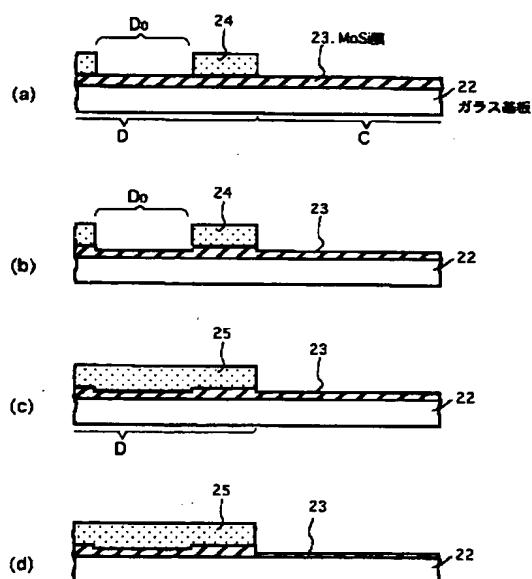
【図 10】

本発明の実施形態に係るフォトマスクを示す平面図



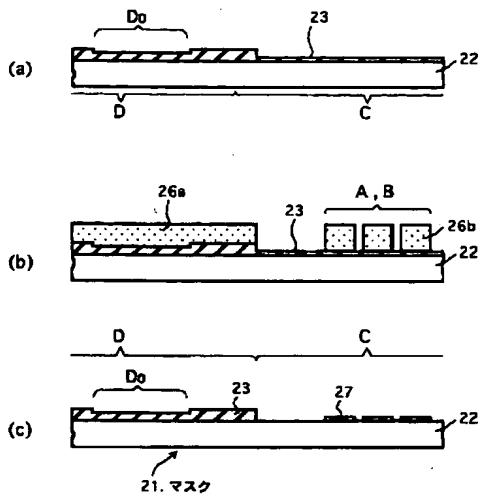
【図 11】

本発明の実施形態に係るフォトマスクの形式工程断面図(その1)



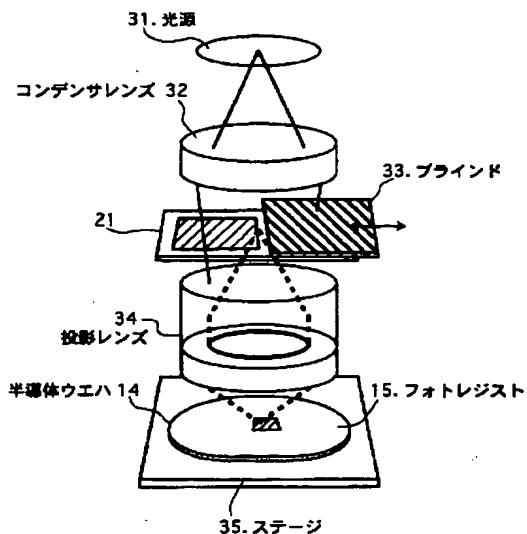
【図12】

本発明の実施形態に係るフォトマスクの形式工程断面図（その2）



【図13】

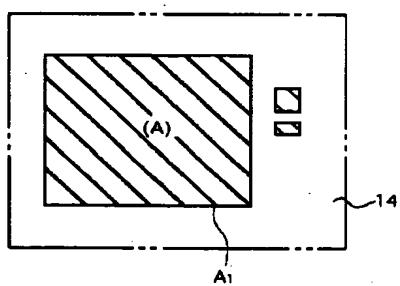
本発明の実施形態に係る露光装置の光学系の構成図



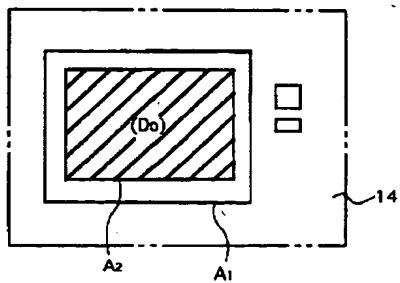
【図14】

本発明の実施形態の露光状態を示す平面図

(a)



(b)



【図15】

本発明の実施形態のフォトマスクを用いて形成されるレジストパターン断面図

(a)



(b)



プロントページの続き

(72)発明者 東 司

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 三吉 靖郎

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

F ターム(参考) 2H095 BA01 BB03 BB14 BB35 BC08
5F046 AA12 BA04 CB17